

DERWENT-ACC-NO: 2000-632608

DERWENT-WEEK: 200061

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Sintered friction material used for
manufacturing synchronizer of motor vehicle, has atomized
powder having specific composition of copper, nickel and
manganese and iron powder stirred with atomized powder

PATENT-ASSIGNEE: TOYOTA JIDOSHA KK[TOYT]

PRIORITY-DATA: 1999JP-0055716 (March 3, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 2000256775 A	September 19, 2000	N/A
011 C22C 030/00		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2000256775A	N/A	1999JP-0055716
March 3, 1999		

INT-CL (IPC): C22C009/05, C22C009/06 , C22C019/03 , C22C030/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000256775A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The friction material is obtained by simultaneous sintering of Cu-Ni-Mn group with Fe group powder. Weight percent (wt.%) of Ni is within the limit 45-70 when Cu-Ni-Mn group sets to 100 wt.% of Mn opposing to total wt.% of Cu and Mn is set 30% or more. Wt.% of Si opposing to total wt.% of Mn and Si is set to 2-5. Melting point of friction material is set more than 1200 deg. C.

USE - For synchronizer brakes, clutches of motor vehicles e.g. air craft, etc.

ADVANTAGE - Exhibits corrosion resistance property even when lubricating oil containing sulfur is mixed, since sulfur is inhibited by oxide of Mn formed by friction material surface. Since simultaneous sintering with Fe group base material is performed at high temperature, high strength is attained.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the graph correlating alloy composition, melting point and sulfidation corrosion resistance property of the sintered friction material.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.5/12

TITLE-TERMS: SINTER FRICTION MATERIAL MANUFACTURE MOTOR VEHICLE
POWDER SPECIFIC
COMPOSITION COPPER NICKEL MANGANESE IRON POWDER STIR
POWDER

DERWENT-CLASS: L02 M22 M26

CPI-CODES: L02-F; M22-H03B; M26-A; M26-A00C; M26-A00M; M26-A00N;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2000-191050

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-256775

(P2000-256775A)

(43) 公開日 平成12年9月19日 (2000.9.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 2 2 C 30/00		C 2 2 C 30/00	
// C 2 2 C 9/05		9/05	
9/06		9/06	
19/03		19/03	Z
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-55716

(22) 出願日 平成11年3月3日 (1999.3.3)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 杉山 昌揮

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100081776

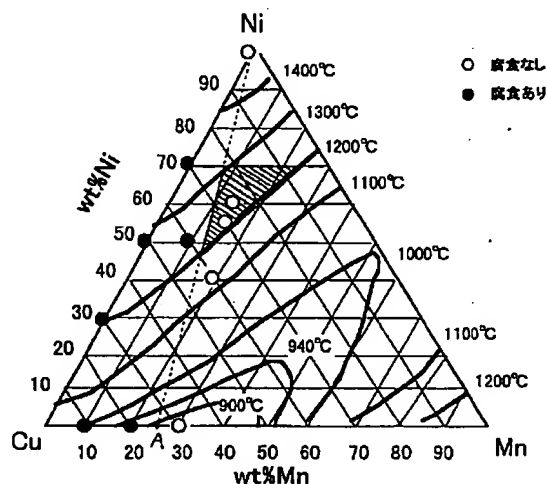
弁理士 大川 宏

(54) 【発明の名称】 Cu-Ni-Mn系結核摩擦材料

(57) 【要約】

【課題】硫化腐食に対する改善を図り、かつ、1180℃程度以上の高温下におけるFe系基材との同時焼結を可能にしてFe系基材のより高強度化を図る。

【解決手段】噴霧粉よりなるとともにFe系粉末と同時焼結されるCu-Ni-Mn系結核摩擦材料であって、(a) Cu-Ni-Mn系結核材料の全体を100重量%としたとき、Niの含有量が45~70重量%の範囲内にあり、b) Mnの含有量は、Cu及びMnのat%の合計に対するMnのat%の割合が30%以上であり、(c) Siの含有量は、Mn及びSiのat%の合計に対するSiのat%の割合が2~5%の範囲内にあり、(d) 融点が1200℃以上であるという(a)~(d)の条件を全て満足するCu-Ni-Mn系結核摩擦材料である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 噴霧粉よりなるとともにFe系粉末と同時焼結されるCu-Ni-Mn系統結摩材料であって、(a)上記Cu-Ni-Mn系統結材料の全体を100重量%としたとき、Niの含有量が45~70重量%の範囲内にあり、(b)Mnの含有量は、Cu及びMnのat%の合計に対するMnのat%の割合が30%以上であり、(c)Siの含有量は、Mn及びSiのat%の合計に対するSiのat%の割合が2~5%の範囲内にあり、(d)融点が1200℃以上であるという上記(a)~(d)の条件を全て満足することを特徴とするCu-Ni-Mn系統結摩材料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はCu-Ni-Mn系統結摩材料に関し、詳しくは噴霧粉よりなるとともにFe系粉末と同時焼結されるCu-Ni-Mn系統結摩材料であって、主に硫化腐食に対する改善及び焼結可能温度の高温化を図ったCu-Ni-Mn系統結摩材料に関する。本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料は、例えば自動車用同期装置に用いられるシンクロナイズリングや、使用条件の厳しい鉄道車両や航空機等のブレーキやクラッチに好適に利用することができる。

【0002】

【従来の技術】従来、鉄道車両や航空機等のブレーキやクラッチに使用されるCu系摩材料としては、Cu-Sn系又はCu-Al系の青銅やCu-Zn系の高力黄銅等のCu系合金粉末を焼結して得られたものが種々知られている。また、自動車用同期装置を構成するシンクロナイズリングに、Cu-Zn系の高力黄銅(特開昭60-241527号公報参照。)やCu-Al系のアルミ青銅から鍛造又は鍛造により得られたCu系摩材料を適用する技術も従来知られている。なお、同期装置とは、変速機のシフトポジション切換え時において、衝撃的な噛み合いを避けるために、噛み合いクラッチの回転速度差を小さくするような装置をいう。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記シンクロナイズリング等の摩材料は、高面圧ですべりやころがりが行われる極圧状況下で使用される。このため、摩面におけるピッチング等の摩耗を防止する観点から、摩面に供給する潤滑油中に、硫黄及びリン成分を含む極圧剤を添加することが行われている。

【0004】しかしながら、Cu系合金よりなる摩材料において、硫黄分を含む極圧剤が添加された潤滑油を用いると、Cu系摩材料中に含まれる成分の種類や含有量によっては、極圧剤中の硫黄(S)分と摩材料中の銅(Cu)等との反応により硫化物(CuS等)が生成され、硫化物の生成・剥離の繰り返しにより摩材料表面が硫化腐食し、摩材料としての耐摩耗性が低下するという

問題がある。特に、Cu-Ni系合金又はCu-Sn系合金よりなるCu系摩材料においては、硫化腐食の問題が顕著となる。

【0005】そこで、硫黄存在下で用いられ、かつ、硫化腐食が問題となるCu-Ni系合金よりなるCu系材料において、硫化腐食に対する改善を図ることが望まれる。一方、近年における自動車等の高出力、高トルク化の傾向に伴い、上記シンクロナイズリングの強度の向上が望まれ、金属系摩材料において強度及び摩擦特性の機能を分担させるために、強度的に優れたFe系基材と、摩擦特性に優れたCu系合金よりなるCu系摩材料とからなる複合摩材料を焼結法により製造する手段が考えられている。

【0006】しかしながら、焼結法を用いてFe系基材とCu系摩材料とを製造しようとすると、Fe系粉末の焼結温度が一般に1100℃程度以上であるのに対してCu系合金粉末の焼結温度は800℃程度と低く、Fe系粉末の焼結温度ではCu系合金粉末が溶融してしまい焼結できない。このため、まずFe系粉末を焼結してFe系基材を製造し、その後Cu系合金粉末を800℃程度で焼結してFe系基材と一体的に形成されたCu系摩材料を製造しなければならず、2回に分けて焼結する必要がある手間がかかるという問題がある。

【0007】そこで、Fe系粉末の焼結温度よりも高い融点を有し、Fe系粉末との同時焼結が可能となされたCu系統結摩材料が望まれる。特に、自動車等の高出力、高トルク化の傾向が顕著となった現在においては、1180℃程度以上の高温下で焼結することによりFe系基材のさらなる高強度化を図るべく、1180℃程度以上の高温下でも焼結可能なCu系統結摩材料が望まれる。

【0008】本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、硫化腐食に対する改善が図られ、かつ、1180℃程度以上の高温下におけるFe系基材との同時焼結を可能にしてFe系基材のさらなる高強度化を図ることのできるCu系統結摩材料を提供することを解決すべき技術課題とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料は、噴霧粉よりなるとともにFe系粉末と同時焼結されるCu-Ni-Mn系統結材料であって、(a)上記Cu-Ni-Mn系統結材料の全体を100重量%としたとき、Niの含有量が45~70重量%以下であり、(b)Mnの含有量は、Cu及びMnのat%の合計に対するMnのat%の割合が30%以上であり、(c)Siの含有量は、Mn及びSiのat%の合計に対するSiのat%の割合が2~5%の範囲内にあり、(d)融点が1200℃以上であるという上記(a)~(d)の条件を全て満足することを特徴とするものである。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料は、熔融金属を高圧の気体又は液体の流れによって飛散凝固させるアトマイズ法により得られた噴霧粉（アトマイズ粉）よりなる。このCu-Ni-Mn系統結摩材料は、Cu-Ni-Mn系統結摩材料の全体を100重量%としたとき、Niの含有量が45〜70重量%の範囲内とされている。Niの含有量が70重量%を超えると、摩材として必要な摩擦特性（耐焼付き性）を確保できなくなるおそれがある。一方、Cu系合金においてはNiを合金化することによりCu合金の融点を上昇させることができ、Ni含有量が多ければ多いほどCu系合金の融点が上昇する。このため、本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料をFe系粉末と同時焼結する際の焼結可能温度を高温化させるべく、Niの含有量は45重量%以上とされている。Niの含有量が45重量%よりも少ないと、Mn含有量等との関係により、融点を1200℃以上とすることができなくなる。本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料の融点をより高温にする観点からは、Niの含有量は50重量%以上とすることが好ましく、55重量%以上とすることがより好ましい。

【0011】本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料において、Mnは酸素と化合して酸化物を生成する酸化容易性元素として働く。すなわち、このCu-Ni-Mn系統結摩材料から得られた摩材の使用中に、酸素と摩材中のMnが化合して摩材表面に随時Mnの酸*

$$P_{Mn}(\%) = \{A_{Mn} / (A_{Cu} + A_{Mn})\} \times 100 \quad \dots (1)$$

上記Mn含有比率 P_{Mn} の値が30%未満であると、Cu-Ni-Mn系統結摩材料中のCuに対するMnの含有割合が少なすぎて、摩材表面に形成されるMnの酸化物により硫化腐食を十分に抑制することが困難となる。一方、Mnの含有量の上限については、Cu-Ni-Mn系統結摩材料の融点を1200℃以上に確保すべく、Cu-Ni-Mn系統結摩材料の全体を100重量%としたとき、25重量%とされる。そして、Cu-Ni-Mn系統結摩材料の融点をより高くする観点からは、Mnの含有量は20重量%以下とすることが好ましい。

【0015】また本発明のCu-Ni-Mn系摩材料においては、主にアトマイズ法による粉末製造時における粉末の酸化防止の観点及び融点の低下防止の観点から、Siの含有量は、Mn及びSiのat%の合計に対※

$$P_{Si}(\%) = \{A_{Si} / (A_{Mn} + A_{Si})\} \times 100 \quad \dots (2)$$

ここに、アトマイズ法により得られた噴霧粉よりなる本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料においては、粉末製造時の酸化により粉末表面に酸化被膜が形成されると、Fe系粉末と同時焼結する際の焼結性が低下し、焼結体の強度や靱性の低下につながる。このため、アトマイズ法による粉末製造時においては、粉末の酸化★50

* 化物が形成される。なお、この酸化物は摩材の表面から4〜10nm程度の深さまでの表層部に形成される。

【0012】したがって、本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料から得られた摩材を、硫黄存在下、特に硫黄を含む潤滑油（例えば、極圧状況下での摩材面におけるピッチング等の摩耗を防止する観点から、硫黄及びリン成分を含む極圧剤が添加されたギアオイル等の潤滑油）存在下で用いた場合であっても、硫黄と摩材中の銅等との反応をその表面に形成された酸化物により阻害することができ、これにより硫化腐食を抑制することが可能となる。

【0013】本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料において、Mnの含有量は、Cu及びMnのat%の合計に対するMnのat%の割合が30%以上とされている。すなわち、

W_{Cu} (重量%) : Cu-Ni-Mn系統結摩材料に含まれるCuの含有量

W_{Mn} (重量%) : Cu-Ni-Mn系統結摩材料に含まれるMnの含有量

A_{Cu} (at%) : W_{Cu} (重量%) をCuの原子量で割った値

A_{Mn} (at%) : W_{Mn} (重量%) をMnの原子量で割った値

とすれば、Cu-Ni-Mn系統結摩材料におけるMnの含有量は、下記(1)式で表されるMn含有比率 P_{Mn} が30%以上とされる。

【0014】

※するSiのat%の割合が2〜5%の範囲内とされている。すなわち、

W_{Mn} (重量%) : Cu-Ni-Mn系統結摩材料に含まれるMnの含有量

W_{Si} (重量%) : Cu-Ni-Mn系統結摩材料に含まれるSiの含有量

A_{Mn} (at%) : W_{Mn} (重量%) をMnの原子量で割った値

A_{Si} (at%) : W_{Si} (重量%) をSiの原子量で割った値

とすれば、Cu-Ni-Mn系統結摩材料におけるSiの含有量は、下記(2)式で表されるSi含有比率 P_{Si} が2〜5%の範囲内とされる。

【0016】

★を防止することが望ましい。本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料では、かかる観点から、上記Si含有比率 P_{Si} が2%以上とされている。このSi含有比率 P_{Si} の値が2%未満であると、アトマイズ法による粉末製造時における粉末の酸化防止が不十分となり、焼結体の強度や靱性が低下するおそれがある。また、Siは耐摩耗

性の向上にも寄与しうる。これは、Siの存在により焼結体中にマンガンシリサイドが分散し、これが硬質粒子として働くことに因るものである。したがって、耐摩耗性を向上させる観点からは、上記Si含有比率 P_{Si} を3%以上とすることが好ましい。

【0017】一方、上記Si含有比率 P_{Si} が5%を超えると、このCu-Ni-Mn系統結摩材料の融点を1200℃以上に確保することができなくなる。すなわち、上記Si含有比率 P_{Si} が5%を超えると、このCu-Ni-Mn系統結摩材料中でMnが偏析し、これにより局部的にMnの濃度が高くなってこのMnの偏析部位が局部的に溶解し、融点を1200℃以上に確保することができなくなる。本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料の融点をより高温にする観点からは、Siの含有量をできるだけ少なくすることが望ましく、したがって上記Si含有比率 P_{Si} の上限は4%とすることが好ましい。また上記Si含有比率 P_{Si} が大きすぎると、上記マンガンシリサイドの存在が過大となり、摩擦係数の増大により相手材との摺動時に焼き付きが発生し易くなるという不都合もある。

【0018】このように本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料は、Ni及びSi等の含有量が特定範囲とされることにより、融点が1200℃以上とされている。このため、1200℃以上の高温下においても、Fe粉末と同時に焼結することが可能となる。したがって、例えばFe系粉末と本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料とを1200℃以上の高温下で同時成形・同時焼結により複合化させることにより、Fe系基材とCu-Ni-Mn系合金よりなるCu系摩擦材との複合摩擦材を得ることができる。そして、このように1200℃以上の高温下で焼結することにより、Fe系基材のより高強度化を図ることが可能となる。

【0019】なお、上記のように同時成形・同時焼結により複合化されたFe系基材とCu系摩擦材との接合面においては、Fe系粉末及びCu-Ni-Mn系合金粉末同士が十分に絡み合い、Fe系基材とCu系摩擦材と*

*の接合強度が十分に向上する。したがって、本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料によれば、接合強度が向上したFe系基材との複合摩擦材を提供することが可能となる。またこのような複合摩擦材によれば、Fe系基材として十分な強度を確保し、一方Cu系摩擦材により摩擦材料として必要な摩擦特性を確保することができるので、強度及び摩擦特性の双方を十分に満足させることが可能となる。

【0020】また、本発明のCu-Ni-Mn系統結摩材料中には、不可避免的に存在する不純物の他、耐摩耗性向上に寄与しうるセラミックス等の硬質粒子や潤滑性向上に寄与しうるグラファイト等が適量含有されていてもよい。

【0021】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

(試験例1) この試験例はMnによる硫化腐食防止の効果を確認するものである。水アトマイズ法により、表2に示すCu-Ni-Mn系合金組成の噴霧粉(粒度75μm以下)よりなるCu-Ni-Mn系統結摩材料をそれぞれ準備した。なお、表2中、 P_{Mn} は前記(1)式に従って求めたMn含有比率である(以下、表3においても同様。)。また、各元素の原子量は表1に示すとおりである。

【0022】ここに、この試験例では、水アトマイズ法による粉末製造時における粉末の酸化を防止するためのSiを添加していない。得られた各噴霧粉を通常の成形法により30mm×30mm×5mmの成形体とし、窒素ガス雰囲気下、1120℃で30分間焼結を行い、試験片を作製した。なお、試験片は焼結中に溶解することがないことを確認した。また、この試験片の表面は、焼結後に試料研磨機にて鏡面に仕上げ、洗浄、乾燥してある。

【0023】

【表1】

原子量				
Cu	Ni	Mn	Si	O
63.54	58.7	54.94	28.09	16.00

上記各試験片について、硫黄及びリン成分を含む極圧剤が添加された手動変速機用ギアオイル(品質グレード「API GL-5 SAE 75W-90」、エッソ社製)を用いて以下の条件で硫化腐食試験を行った。この腐食試験は、ガラス容器に所定量のオイルを入れて所定温度に加熱し、このオイル中に試験片を所定時間浸漬するものである。

※【0024】オイル体積: 1000cc

オイル温度: 135℃

浸漬時間: 24時間

腐食試験後の試験片について、目視により表面を観察して変色状態を調べた。これは、硫化腐食が発生するとCuSにより黒色に変色するため、目視により変色状態を調べて硫化腐食の発生度合いを調べるものである。評価

※50

結果は石油製品銅板腐食試験方法(JIS K 2513)の銅板腐食基準に準拠して、変色度合を変色番号1~4で評価し(変色番号が大きいものほど濃く変色していることを示す。)、変色番号が1のものを○とし、変*

*色番号が2以上のものを×とした得られた結果を表2に併せて示す。

【0025】

【表2】

試料 No		組成(重量%)			組成(at%)			P _{Mn} (%)	評価 結果
		Cu	Ni	Mn	Cu	Ni	Mn		
1	Cu-30Ni-3Mn	67.00	30.00	3.00	65.08	31.55	3.37	4.92	×
2	Cu-50Ni-10Mn	40.00	50.00	10.00	37.85	51.21	10.94	22.43	×
3	Cu-40Ni-20Mn	40.00	40.00	20.00	37.58	40.68	21.73	38.64	○
4	Cu-60Ni-20Mn	20.00	60.00	20.00	18.51	60.09	21.40	53.63	○
5	Cu-55Ni-15Mn	30.00	55.00	15.00	28.07	55.70	16.23	38.64	○
6	Cu-60Ni-15Mn	25.00	60.00	15.00	23.30	60.53	16.17	40.97	○

【0026】表2から明らかなように、Cu-Ni-Mn系合金に所定のMn含有比率P_{Mn}(P_{Mn}≧30)でMnを添加した試料No. 3~6では、硫化腐食を好適に抑えることができた。一方、Mnの添加量の少ない(P_{Mn}<30)試料No. 1、2では、硫化腐食を十分に抑えることができなかった。また、Cu-Ni-Mn系合金中のMn含有比率P_{Mn}が36.64%であるNo. 3の試料について、上記硫化腐食試験後、マイクロオー

【0027】図1から明らかなように、表面から6μm程度の深さまでの部分において、酸素及びMnの元素濃度が高く、この部分にMnの酸化物が形成されていることがわかる。また、硫黄の存在は認められず、硫化物が※30

※生成されていないことがわかる。したがって、試料表面にMnの酸化物が形成されることにより、硫化腐食を効果的に抑制できることがわかる。

【0028】(試験例2)この試験例は、Mn含有比率P_{Mn}と硫化腐食抑制効果との関係を調べるものである。表3に示すCu-Ni合金及びCu-Mn合金組成の噴霧粉(粒度75μm以下)よりなる焼結摩擦材料を上記試験例1と同様の水アトマイズ法によりそれぞれ準備し、各噴霧粉から上記試験例1と同様に試験片を作製した。

【0029】上記各試験片について、上記試験例1と同様に硫化腐食試験を行った。得られた結果を表3及び図2に示す。

【0030】

【表3】

試料 No		組成(重量%)			組成(at%)			P _{Mn} (%)	評価 結果
		Cu	Ni	Mn	Cu	Ni	Mn		
7	Cu-10Mn	90.00	—	10.00	88.61	—	11.39	11.39	×
8	Cu-20Mn	80.00	—	20.00	77.57	—	22.43	22.43	×
9	Cu-30Mn	70.00	—	30.00	66.86	—	33.14	33.14	○
10	Cu-30Ni	70.00	30.00	—	68.31	31.69	—	—	×
11	Cu-50Ni	50.00	50.00	—	48.02	51.98	—	—	×
12	Cu-70Ni	30.00	70.00	—	28.36	71.64	—	—	×

【0031】表3及び図2から明らかなように、at%において、Cu-Ni-Mn系合金中のCuに対するMn含有比率P_{Mn}を30%以上とすることにより、硫化腐食を効果的に抑制できることがわかる。

(試験例3)この試験例は、Niの含有量とCu-Ni系合金の融点及び耐焼付き性との関係を調べるものである。

【0032】ここで、Cu-Ni系合金の状態図を図3に示すように、Niの含有量が多いほどCu-Ni系★50

★金の融点上昇することがわかる。そして、Cu-Ni系合金においては、Niの含有量を40wt%以上とすれば融点が1200℃以上になることがわかる。なお、このCu-Ni系合金にはMn及びSiが含まれていない。

【0033】また、Niの含有量を種々変化させたCu-Ni-Mn合金組成の噴霧粉(粒度75μm以下)よりなるCu-Ni-Mn系焼結摩擦材料を上記試験例1と同様の水アトマイズ法によりそれぞれ準備し、各噴霧

粉から上記試験例1と同様に試験片を作製した。なお、各試験片におけるMnの含有量は、全体を100wt%としたとき15wt%と一定とした。得られた各試験片についてリングオンディスク式摩擦摩耗試験機を用いて以下の条件で焼き付き試験を行った。得られた結果を図4に示す。

【0034】相手材：SCM20熱処理材

すべり速度：7.1m/sec

荷重：2分毎に1MPa加圧積算

潤滑油：SAE75W-90（商品名、エッソ社製）

図4から明らかなように、Niの含有量が多いほどCu-Ni-Mn系合金の耐焼付き性が低下し、Niの含有量が30wt%のとき焼き付き面圧が10MPaで、70wt%のとき焼き付き面圧が6MPaであることがわかる。ここで、例えばCu-Ni-Mn系合金をシンクロナイザリングの摺動部に適用する場合、耐焼付き性としては上記試験条件で6MPa以上必要であると想定される。このため、Cu-Ni-Mn系合金よりなるCu系摩擦材をシンクロナイザリングの摺動部に適用する場合、摩擦材として必要な耐焼付き性を確保する観点から、Cu-Ni-Mn系合金におけるNi含有量の上限は70重量%とされる。

【0035】（試験例4）この試験例は、Cu-Ni-Mn系合金の組成と融点及び硫化腐食抑制効果との関係調べるものである。上記試験例1で用いた試料No. 2〜6及び上記試験例2で用いた試料No. 7〜12について、上記試験例1に示した硫化腐食試験の結果とともに合金組成をプロットするとともに、Cu-Ni-Mn系合金の融点を示すことにより、融点が1200℃以上となり、かつ、硫化腐食を効果的に抑制できるCu-Ni-Mn系合金の組成範囲を図5に示す。

【0036】すなわち、図5において、Cu-Ni-Mn系合金の融点が1200℃となることを示す線を境界*

※として、この境界線の左上の範囲がCu-Ni-Mn系合金の融点が1200℃以上となる組成範囲である。また図5において、Cu及びMnの各頂点を結ぶCu-Mn底辺のCu-27Mnの点A（Mnの含有量が27.034wt%となる点であって、前記Mn含有比率 P_{Mn} が30%となる点）とNiの頂点を結ぶ点線を境界として、この境界線の右側の範囲がMnの所定量以上（前記Mn含有比率が30%以上）の添加により硫化腐食を効果的に抑制できる範囲となる。したがって、図5において、斜線で示す部分が、i) Cu-Ni-Mn系合金の融点が1200℃となり、ii) Mnの所定量以上の添加により硫化腐食を効果的に抑制でき、iii) Niの含有量が70wt%以下となる組成範囲を示すこととなる。

【0037】また図5から、Cu-Ni-Mn系焼結摩擦材料の全体を100重量%としたとき、Mnの含有量を25重量%以下とすれば、Cu-Ni-Mn系焼結摩擦材料の融点が1200℃以上になることがわかる。したがって、Cu-Ni-Mn系焼結摩擦材料の融点を1200℃以上にするには、Mnの含有量を25重量%以下とする必要があり、融点をより高くする観点からはMnの含有量を20重量%以下とすることが好ましい。

【0038】（試験例5）この試験例は、Siの含有量とCu-Ni-Mn系合金の融点との関係調べるものである。水アトマイズ法により、表4に示すCu-Ni-Mn系合金組成の噴霧粉（粒度75μm以下）よりなるCu-Ni-Mn系焼結摩擦材料をそれぞれ準備した。なお、表4中、 P_{Si} は前記（2）式に従って求めたSi含有比率である（以下、表5においても同様。）。また、各元素の原子量は表1に示すとおりである。

【0039】

【表4】

試料 No	組成（重量%）					組成（at%）					P_{Si} （%）
	Cu	Ni	Mn	Si	O	Cu	Ni	Mn	Si	O	
13	29.08	55.00	15.00	0.24	0.68	28.63	54.52	15.89	0.50	2.47	3.0
14	29.18	55.00	15.00	0.39	0.43	28.86	54.79	15.97	0.81	1.57	4.8
15	29.10	55.00	15.00	0.55	0.35	26.79	54.81	15.97	1.15	1.28	6.7

【0040】ここに、この試験例では、水アトマイズ法による粉末製造時における粉末の酸化を防止するためのSiを種々の添加量で添加した。そして、各噴霧粉から上記試験例1と同様に試験片を作製した。なお、各試験片におけるNi、Mnの含有量は、全体を100wt%としたときそれぞれ55wt%、15wt%と一定とした。得られた各試験片について融点を調べた。得られた結果を図6に示す。

【0041】図6から明らかなように、at%におい

※て、Cu-Ni-Mn系合金中のMnに対するSi含有比率 P_{Si} を5.0%以下とすることにより、融点が1200℃以上になることがわかる。また、Si含有比率 P_{Si} が4.8%である試料No. 14及びSi含有比率 P_{Si} が6.7%である試料No. 15について、Fe系（Fe-4Ni-1.5Mo-2Cu-0.5C）合金粉末と同時に成形及び同時焼結した。なお、焼結条件は、窒素ガス雰囲気下、1130℃×30分とした。そして、得られた焼結体について、断面における金属組織を

顕微鏡写真(100倍)で調べた。その結果を図7に示す。なお、図7(a)がSi含有比率 P_{Si} が4.8%である試料No. 14とFe系合金粉末との同時焼結体の金属組織を示し、図7(b)がSi含有比率 P_{Si} が6.7%である試料No. 15とFe系合金粉末との同時焼結体の金属組織を示す。また、図7(a)及び(b)において、上半分の白っぽく見える部分がCu-Ni-Mn系合金部分、下半分の黒っぽく見える部分がFe系合金部分であり、Cu-Ni-Mn系合金部分に散点する黒点は空孔である。

【0042】図7から明らかなように、(a)のSi含有比率 P_{Si} が4.8%である試料No. 14では、Cu-Ni-Mn系合金部分で溶融の発生が認められなかったのに対し、(b)のSi含有比率 P_{Si} が6.7%である試料No. 15ではCu-Ni-Mn系合金部分でFe合金との境界付近に溶融の発生が認められた。この溶融の発生により、図7(b)のCu-Ni-Mn系合金部分において、Fe系合金との境界付近に大きな欠陥(大きめの黒点やこれが境界線に沿って連なった部分)の発生が認められた。

【0043】また、Si含有比率 P_{Si} が4.8%である試料No. 14及びSi含有比率 P_{Si} が6.7%である試料No. 15について、EPMA(Electron Probe MicroAnalyzer)によりMn及びSiの分布状態を調べた。その結果を図8及び図9に示す。なお、図8は試料No. 14のEPMA写真であり、図8(a)はMnの分布状態、図8(b)はSiの分布状態を示す。また、図9はNo. 15のEPMA写真であり、図9(a)はMnの分布状態、図9(b)はSiの分布状態を示す。

【0044】図8(a)から明らかなように、Si含有比率 P_{Si} が4.8%である試料No. 14ではMnの偏析が認められなかったのに対し、図9(a)から明らかなように、Si含有比率 P_{Si} が6.7%である試料No. 15では、Mnの濃度が高くなる偏析部位(2~5mm程度の白い斑点)の存在が認められた。これによ

*り、Si含有比率 P_{Si} を5.0%以下とすれば、Mnの偏析が無くなり融点の向上を図れることがわかる。

【0045】また、図9(a)と(b)とを見比べるとわかるように、Mnの偏析部位とほぼ同じ箇所にSiの偏析部位(図9(b)中、白い点の集まりからなる2~5mm程度の白い塊)の存在が認められ、したがってこの部位にマンガシリサイドが存在していることがわかる。

(試験例6)この試験例は、Siの含有量と耐摩耗性との関係を調べるものである。

【0046】上記試験例5で得られた試料No. 13~15について、リングオンディスク式摩擦摩耗試験機を用いて、下記の条件で耐摩耗性を評価した。得られた結果を図10に示す。

相手材: SCM420 浸炭材

すべり速度: 5.5m/sec

荷重: 10MPa

潤滑油: MTF(GL-3)(商品名、エッソ社製)

評価時間: 30分

図10から明らかなように、Si含有比率 P_{Si} の値が大きくなれば耐摩耗性が向上する傾向にあり、耐摩耗性を向上させる観点からはSi含有比率 P_{Si} を3.0%以上とすることが好ましいことがわかる。

【0047】(試験例7)この試験例は、Siの含有量とアトマイズ法による粉末製造時における粉末酸化の防止効果との関係を調べるものである。すなわち、水アトマイズ法による粉末製造時にSiを種々の添加量で添加し、製造された各噴霧粉について、無機化学分析方法によりCu、Ni、Mn、Si及びOの含有量を調べた。その結果を表5及び図11に示す。なお、噴霧粉中に含まれるO成分は、粉末製造時の粉末酸化により粉末中に含まれたものである。

【0048】

【表5】

試料 No	組成(重量%)					組成(at%)					P_{Si} (%)
	Cu	Ni	Mn	Si	O	Cu	Ni	Mn	Si	O	
16	28.87	55.00	14.50	0.05	1.58	25.88	53.36	15.03	0.10	5.62	0.7
17	29.82	55.10	14.20	0.20	0.68	27.35	54.70	15.08	0.41	2.48	2.7
18	29.57	55.30	14.30	0.40	0.43	27.23	55.13	15.23	0.83	1.57	5.2
19	29.08	55.20	14.80	0.60	0.32	26.78	55.03	15.76	1.25	1.17	7.3

【0049】表5及び図11から明らかなように、Mnに対するSi含有比率 P_{Si} の値が大きいほど、O成分の含有量が少なく、粉末酸化の防止効果が高いことがわかる。そして、Si含有比率 P_{Si} が2.0%以上であれば、噴霧粉中に含まれるO成分の含有量は1.00wt%程度以下となることがわかる。そして、O成分の含有※50

※量が1.00wt%程度以下であれば、粉末表面の酸化被膜により焼結性が低下することを抑えて、焼結体の強度や靱性を十分に確保することができると考えられる。

【0050】(試験例8)この試験例は、焼結温度とFe系基材の強度との関係を調べるものである。Fe系(Fe-4Ni-1.5Mo-2Cu-0.5C)合金

粉末を成形密度が 7.1 g/cm^3 となるように所定形状に成形し、この成形体を窒素ガス雰囲気下で種々の温度で焼結した。なお、焼結時間はいずれも30分とした。得られた焼結体の引張強度をJIS Z 2241

金属材料引張試験方法により測定した結果を図12に示す。

【0051】図12から明らかなように、焼結温度が 1200°C 以上であればFe系焼結体の引張強度が 1000 MPa を超え、Fe系焼結体の強度を十分に向上させることがわかる。

(適用例) 本発明のCu-Ni-Mn系焼結摩擦材料をシンクロナイザリングに適用する例について示す。

【0052】このシンクロナイザリングは、シンクロナイザリング本体をなすFe系基材と、Fe系基材と一体的に形成され、摺動面を形成するCu系摩擦材とからなり、Fe系合金粉末及びCu-Ni-Mn系合金粉末を同時成形及び同時焼結することにより得られたものである。上記Fe系基材はFe-Cu-C系よりなる。また、上記Cu系摩擦材は、上記試験例で用いたSi含有比率 P_{Si} が4.8%の試料No. 14のCu-Ni-Mn系合金(Cu-55Ni-15Mn-0.39Si合金)よりなる。

【0053】まず、粒径： $150\mu\text{m}$ のFe-Cu-C系粉末を準備する一方、粒径 $50\mu\text{m}$ のCu-Ni-Mn系合金粉末を準備した。そして、シンクロナイザリング成形用の成形金型内に上記Cu-Ni-Mn系合金粉末を供給した後、上記Fe-Cu-C系粉末を供給し、加圧力： 70 MPa 、加圧時間： 5 秒 の条件で圧縮成形することにより、Fe系粉末よりなる基材部とCu-Ni-Mn系合金粉末よりなる摩擦材部とが一体的に形成された成形体を得た。

【0054】得られた成形体を焼結温度： 1200°C 、焼結時間： 30 分 、焼結雰囲気：窒素ガス雰囲気下の条件で同時焼結して、シンクロナイザリングとした。このように得られた焼結摩擦部材としてのシンクロナイザリングは、 1200°C と高温下で焼結したものであるから、Fe系基材の引張強度が 1000 MPa を超えるものとなり、十分な強度向上が図られている。

【0055】また、このシンクロナイザリングはFe系基材とCu系摩擦材とを同時成形及び同時焼結により得たものであるから、Fe系基材とCu系摩擦材との接合面においては、Fe系粉末及びCu-Ni-Mn系合金粉末同士が十分に絡み合い、Fe系基材とCu系摩擦材との接合強度が十分に向上していた。さらにこの適用例によれば、一度の焼結工程により手間をかけることなく製造することができ、製造工程の簡素化及び低コスト化を図るのに有利となる。

【0056】

【発明の効果】以上詳述したように本発明のCu-Ni-Mn系焼結摩擦材料を摩擦材に適用すれば、摩擦材の

使用中に摩擦材表面にMnの酸化物が形成されるので、硫黄を含む潤滑油の存在下で使用しても、この酸化物により硫黄と摩擦材中の銅等との反応を阻害して硫化腐食を抑制することができる。

【0057】また、本発明のCu-Ni-Mn系焼結摩擦材料は、Ni及びSi等の含有量が特定範囲とされることにより融点が 1200°C 以上とされていることから、 1200°C 以上の高温下においても、Fe粉末と同時焼結することが可能となる。したがって、例えばFe系粉末と本発明のCu-Ni-Mn系焼結摩擦材料とを 1200°C 以上の高温下で同時成形・同時焼結により複合化させることにより、Fe系基材とCu-Ni-Mn系合金よりなるCu系摩擦材との複合摩擦材を得ることができる。そして、このように 1200°C 以上の高温下で焼結することにより、Fe系基材のより高強度化を図ることが可能となる。

【0058】よって、本発明の耐食性に優れたCu-Ni-Mn系摩擦材料を摩擦材に適用すれば、十分な強度を確保するFe系基材と、十分な摩擦特性及び耐食性を確保するCu系摩擦材とからなるシンクロナイザリング等を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】試験例1に係り、硫化腐食試験後の表面付近における元素濃度を示す線図である。

【図2】試験例2に係り、Cuに対するMn含有比率 P_{Mn} と硫化腐食抑制効果との関係を示す線図である。

【図3】試験例3に係り、Ni含有量と融点との関係を示すCu-Ni系合金の状態図である。

【図4】試験例3に係り、Ni含有量と耐焼付き性との関係を示す線図である。

【図5】試験例4に係り、Cu-Ni-Mn系合金において、合金組成と融点及び硫化腐食抑制効果との関係を示す図である。

【図6】試験例5に係り、Mnに対するSi含有比率 P_{Si} と融点との関係を示す線図である。

【図7】試験例5に係り、焼結体の金属組織を示す顕微鏡写真であり、(a)はSi含有比率 P_{Si} が6.7%のもの、(b)はSi含有比率 P_{Si} が4.8%のものである。

【図8】試験例5に係り、Si含有比率 P_{Si} が4.8%であるCu-Ni-Mn系合金粉末の金属組織(元素の分布状態)を示すEPMA写真であり、(a)はMnの分布状態、(b)はSiの分布状態を示す。

【図9】試験例5に係り、Si含有比率 P_{Si} が6.7%であるCu-Ni-Mn系合金粉末の金属組織(元素の分布状態)を示すEPMA写真であり、(a)はMnの分布状態、(b)はSiの分布状態を示す。

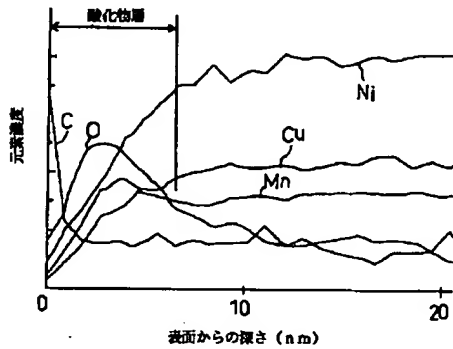
【図10】試験例6に係り、Si含有比率 P_{Si} と摩耗量との関係を示す線図である。

【図11】試験例7に係り、Si含有比率 P_{Si} と酸素量

15

(粉末製造時における粉末酸化の防止効果)との関係を示す線図である。

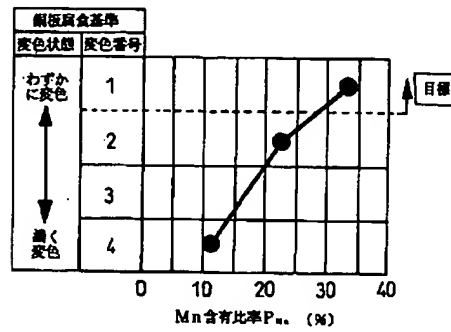
【図1】



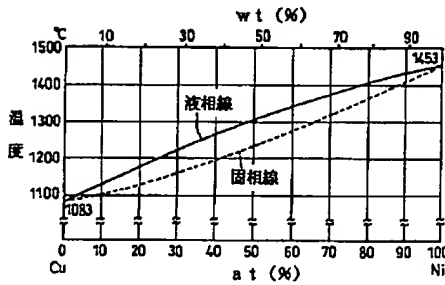
16

【図12】試験例8に係り、焼結温度とFe系焼結体の引張強度との関係を示す線図である。

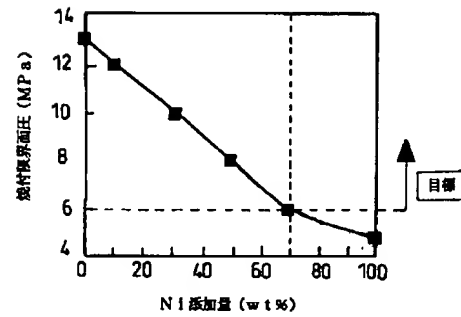
【図2】



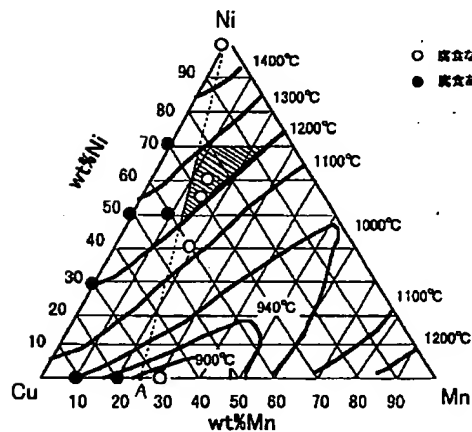
【図3】



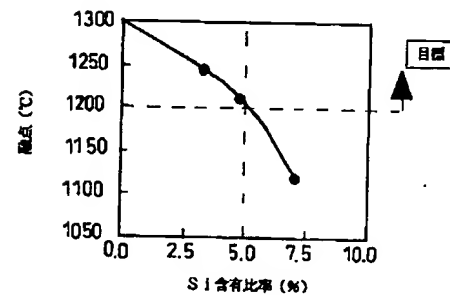
【図4】



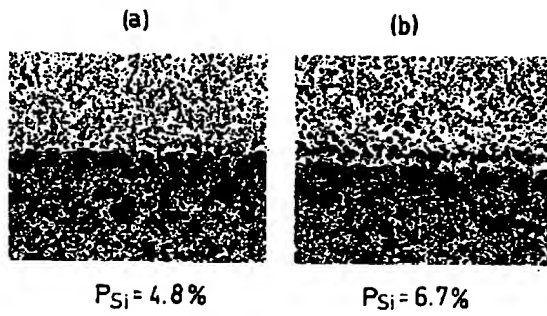
【図5】



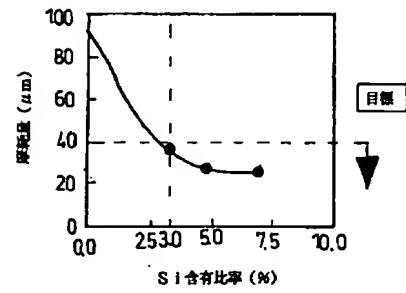
【図6】



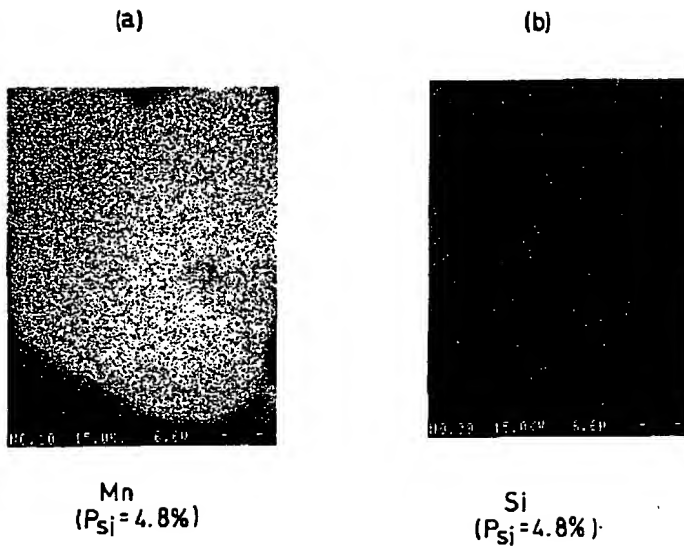
【図7】



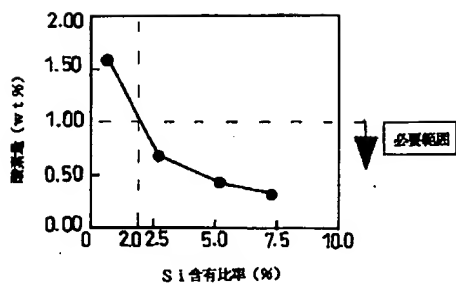
【図10】



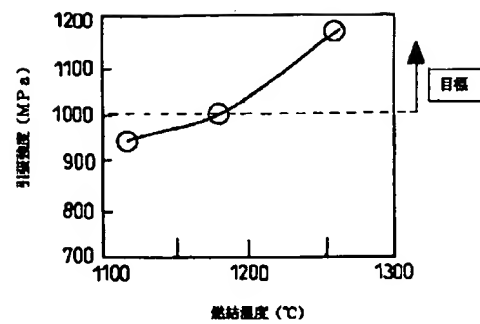
【図8】



【図11】

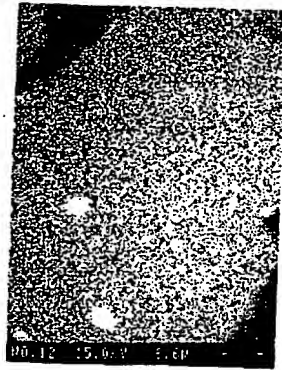


【図12】



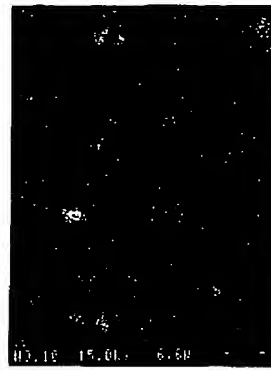
【図9】

(a)



Mn
($P_{Si}=6.7\%$)

(b)



Si
($P_{Si}=6.7\%$)